

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-232512

(43)公開日 平成6年(1994)8月19日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H01S 3/19

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願平5-18476

(22)出願日 平成5年(1993)2月5日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 松本 晃広

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(72)発明者 大林 健

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

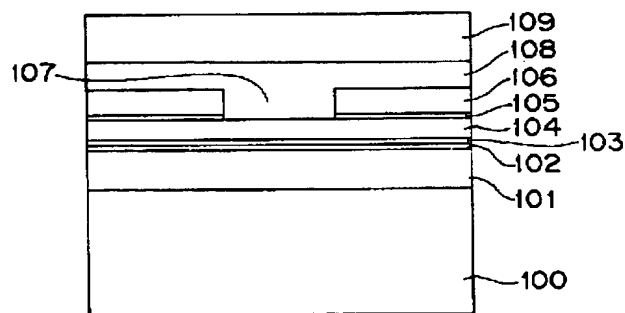
(74)代理人 弁理士 青山 葆 (外1名)

(54)【発明の名称】 半導体レーザ装置

(57)【要約】

【目的】 レーザ発光の閾値電流を低減して、消費電流を低減できる半導体レーザ装置を提供する。

【構成】 この半導体レーザ装置は、活性層102がp型クラッド層103、104とn型クラッド層101とで挟まれている。p型クラッド層103は、活性層102に近接している高キャリア濃度部である。p型クラッド層104は、p型クラッド層103よりも活性層102から離隔していると共に、p型クラッド層103よりもキャリア濃度が低い低キャリア濃度部である。p型クラッド層103が活性層102からの電子の漏れ出しを防止し、p型クラッド層104では電流の広がりが抑えられる。



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 活性層がp型クラッド層とn型クラッド層とで挟まれた半導体レーザ装置において、

上記p型クラッド層は、

上記活性層に近接している高キャリア濃度部と、この高キャリア濃度部よりも上記活性層から離隔していると共に、上記高キャリア濃度部よりもキャリア濃度が低い低キャリア濃度部とを含んでいることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 請求項1に記載の半導体レーザ装置において、上記p型クラッド層の少なくとも上記活性層近傍のドーパントをカーボンとしたことを特徴とする半導体レーザ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、消費電力を低減できる半導体レーザ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体レーザ装置は、光ディスク装置の光源として幅広く利用されている。そこで、現在、半導体レーザ装置の消費電力を低減させるために、半導体レーザ装置の駆動電流を低減させる研究が、盛んに行われている。

【0003】従来、半導体レーザ装置としては、図8に示すものがある。図8に示すように、この半導体レーザ装置は、p型GaAs基板300上に成長させたn型電流狭窄層301を有し、このn型電流狭窄層301から上記p型GaAs基板300に至るV字型の溝302が形成されている。さらに、上記半導体レーザ装置は、上記n型電流狭窄層301およびV字溝302上に順に形成したp型クラッド層303と、p型活性層304と、n型クラッド層305と、n型コンタクト層306とを有している。

【0004】この半導体レーザ装置は、p型活性層304の内、上記V字溝302に対向するストライプ部307が電流通路になっている。また、この半導体レーザ装置のレーザ光発生の閾値電流は、上記ストライプ部307内に流れてレーザ発振に寄与する有効電流308と、上記ストライプ部307外に流れてレーザ発振に寄与しないリーク電流309との和になる。

【0005】したがって、このリーク電流をできるだけ少なくすることによって、半導体レーザ装置の閾値電流を低く抑え、半導体レーザ装置の駆動電流を低減して、消費電流を低減させることができる。

【0006】上記半導体レーザ装置は、上記リーク電流を抑えるために、n型半導体層に比べて電流が広がりやすいp型クラッド層303に接して、V字溝302の一部を構成するn型電流狭窄層301を形成し、上記V字溝302によって電流の流れを絞るようにしている。また、上記p型クラッド層303のキャリア濃度が高いほ

## 2

ど、このp型クラッド層303での電流の広がりが大きくなるので、上記p型クラッド層303のキャリア濃度をできるだけ小さくするようにしている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記p型クラッド層303のキャリア濃度をあまり低くすると、上記p型活性層304から、上記p型クラッド層303に電子が漏れ出し、ストライプ307内部のレーザ発振に要する電流が増大し、レーザ発振の閾値電流の増大を招くという問題がある。

【0008】そこで、本発明の目的は、上記p型クラッド層での電流の広がり抑制と、活性層から上記p型クラッド層への電子の漏れ出し防止とを両立でき、レーザ発光の閾値電流を低減して、消費電流を低減できる半導体レーザ装置を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明の半導体レーザ装置は、活性層がp型クラッド層とn型クラッド層とで挟まれた半導体レーザ装置において、上記p型クラッド層は、上記活性層に近接している高キャリア濃度部と、この高キャリア濃度部よりも上記活性層から離隔していると共に、上記高キャリア濃度部よりもキャリア濃度が低い低キャリア濃度部とを含んでいることを特徴としている。

【0010】また、上記p型クラッド層の少なくとも上記活性層近傍のドーパントをカーボンとしたことが望ましい。

## 【0011】

【作用】上記p型クラッド層と上記n型クラッド層との間に電圧が印加され、この電圧によって、上記p型クラッド層から上記n型クラッド層に向かって電流が流れる。上記電流の電流密度が、上記活性層において所定の値を越えるとレーザ発振が起こり、上記活性層でレーザ光が発生する。

【0012】上記活性層に隣接するp型クラッド層が、上記活性層から離隔し、かつ、上記高キャリア濃度部よりもキャリア濃度が低い低キャリア濃度部を有するので、この低キャリア濃度部の存在によって、上記p型クラッド層内での電流の広がり抑制され、電流密度の低下が抑えられる。

【0013】また、上記活性層に近接した高キャリア濃度部の存在によって、上記活性層から上記p型クラッド層への電子の漏れ出しが防がれる。

【0014】従って、本発明によれば、上記p型クラッド層での電流の広がり抑制と、活性層から上記p型クラッド層への電子の漏れ出し防止とが両立され、レーザ光発振の閾値電流を低下させることができ、消費電流を低減できる。

【0015】また、上記p型クラッド層の少なくとも上記活性層近傍のドーパントをカーボンとした場合には、

## 3

上記p型クラッド層の結晶成長中に上記ドーパントが拡散することを抑制できる。したがって、活性層に隣接したp型クラッド層の領域にキャリア濃度が局所的に高い領域を有するキャリア濃度分布を容易に実現することができる。したがって、上記高キャリア濃度部の厚さを容易に薄くできるようになり、上記p型クラッド層を容易に薄くできるので、上記p型クラッド層内での電流の広がりやを特に低く抑制することができ、電流密度の低下を特に抑えることができる。

## 【0016】

【実施例】以下、この発明を図示の実施例により詳細に説明する。

【0017】図1に、本発明の半導体レーザ装置の第1実施例の断面構造を示す。図1を参照しながら、まず、この第1実施例の製造工程を説明する。図1に示すように、n型GaAs基板100上に、分子ビームエピタキシー(MBE)成長法により、n型Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>Asクラッド層101と、ノンドープAl<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>As活性層102と、高ドーパのp型Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As第1クラッド層103と、低ドーパのp型Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As第2クラッド層104と、GaAs保護層105と、n型GaAs電流狭窄層106を順次成長させる。上記高ドーパのp型第1クラッド層103のドーパントはBeであり、キャリア濃度は $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、層厚は0.05  $\mu\text{m}$ である。また、上記低ドーパのp型第2クラッド層104のドーパントはBeであり、キャリア濃度は $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、層厚は0.30  $\mu\text{m}$ である。

【0018】次に、フォトリソグラフィおよび化学エッチングによって、上記電流狭窄層106に、上記GaAs保護層105まで達するストライプ状の溝107を形成する。次に、液相エピタキシャル(LPE)成長法によって、上記溝107を埋めるp型Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As第3クラッド層108と、p型GaAsコンタクト層109とを順に成長させる。この成長時に、上記ストライプ状の溝107の底部のGaAs保護層105は、メルトバックによって消失する。

【0019】上記ストライプ状の溝107の図1における左右方向の中央部に対向する領域での、p型第1クラッド層103およびp型第2クラッド層104の結晶成長方向への距離に対するキャリア濃度分布を、図3に示す。尚、上記距離の始点は、上記活性層102と上記p型第1クラッド層103との界面としている。

【0020】図3において、距離0  $\mu\text{m}$  ~ 0.05  $\mu\text{m}$  までは、高ドーパのp型第1クラッド層103のp型キャリア濃度を示しており、距離0.05  $\mu\text{m}$  ~ 0.35  $\mu\text{m}$  までは、低ドーパのp型第2クラッド層104のp型キャリア濃度を示している。図3に示すように、活性層102に近接する領域では、活性層102から離れた領域よりもp型キャリア濃度が高く、活性層102から離れた領域では、活性層102に近接する領域よりもp型

## 4

キャリア濃度が低い。

【0021】上記実施例は、図には示さないが、上記基板100の表面にn型電極を設ける一方、上記p型GaAsコンタクト層109の表面にp型電極を設けている。

【0022】上記n型電極とp型電極に電圧を印加すると、上記p型クラッド層103、104と上記n型クラッド層101との間に電圧が印加され、この電圧によって、上記p型第1、第2クラッド層103、104から上記n型クラッド層101に向かって電流が流れる。上記電流の電流密度が、上記活性層102において所定の値を越えるとレーザ発振が起こり、上記活性層102でレーザ光が発生する。

【0023】上記実施例の半導体レーザ装置は、上記活性層102に隣接するp型第1、第2クラッド層103、104の内、低ドーパのp型第2クラッド層104は、上記高ドーパのp型第1クラッド層103よりもキャリア濃度が低いので、このp型第2クラッド層104内での電流の広がりが抑制され、電流密度の低下が抑えられる。

【0024】また、上記活性層102に近接し、上記低ドーパのp型第2クラッド層104よりもキャリア濃度が高い高ドーパのp型第1クラッド層103によって、上記活性層102からp型第1、第2クラッド層103、104への電子の漏れ出しを防ぐことができる。

【0025】したがって、上記実施例によれば、上記p型クラッド層103、104での電流の広がりの抑制と、活性層102から上記p型クラッド層103、104への電子の漏れ出し防止とを両立でき、レーザ光発振の閾値電流を低下させることができ、消費電流を低減できる。

【0026】具体的には、上記実施例の半導体レーザ装置において、端面コートなし、共振器長250  $\mu\text{m}$ で、レーザ光波長780 nmの場合、レーザ光発振の閾値電流(上記n型電極とp型電極との間に流す電流)は20 mAであった。これに対し、上記p型第1クラッド層103およびp型第2クラッド層104を共に、p型キャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ で均一にドーパした場合には、上記第1、第2クラッド層103、104での電流の広がりが、上記実施例に比べて大きくなり、上記溝107に対向する領域の活性層102(ストライプ部)の外への電流の広がりが、上記実施例に比べて大きくなる。このため、閾値電流は、上記実施例に比べて2倍の40 mAであった。

【0027】一方、上記第1及び第2クラッド層103、104をキャリア濃度 $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ で均一にドーパした場合には、上記溝107に対向する領域の活性層102(ストライプ部)の外への電流の広がりは、上記実施例に比べて小さい。しかし、この場合、上記活性層102から上記第1、第2クラッド層103、104

への電子の漏れ出しが、上記実施例に比べて大きくなり、レーザ光発振の閾値電流は上記実施例に比べて大きな値である35mAであった。

【0028】このように、上記実施例は、p型第1クラッド層103のキャリア濃度を高濃度にし、p型第2クラッド層104のキャリア濃度を低濃度にしたことによつて、p型クラッド層のキャリア濃度が一様である場合に比べて、レーザ光発振の閾値電流を大幅に低減することができた。

【0029】ここで、図4に、上記活性層102に隣接するp型クラッド層の層厚と、リーク電流すなわち上記溝107に対向する領域の活性層102(ストライプ部)の外への電流の広がりとの関係特性を示す。図4において、破線(1)は上記p型クラッド層をキャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ で均一にドーピングした場合のリーク電流特性を示し、破線(2)は上記p型クラッド層をキャリア濃度 $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ で均一にドーピングした場合のリーク電流特性を示す。また、図4において、実線は、層厚0~0.05 $\mu\text{m}$ までは、キャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ にドーピングしたp型クラッド層であり、層厚0.05~0.35 $\mu\text{m}$ までは、キャリア濃度 $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ にドーピングしたp型クラッド層である場合のリーク電流特性を示す。つまり、上記実線のクラッド層厚0.35 $\mu\text{m}$ におけるリーク電流は、上記実施例のリーク電流に相当する。図4に示すように、リーク電流は、p型クラッド層の層厚が大きいく程、大きい。また、実線は、キャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の場合の濃度を示す一点鎖線(1)よりもキャリア濃度 $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ の場合の濃度を示す一点鎖線(2)に近い特性になっている。つまり、上記実施例によれば、p型クラッド層をキャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ で均一にドーピングした場合に比べて、リーク電流をかなり低減できることがわかる。

【0030】尚、上記実施例において、上記p型第1クラッド層103と上記p型第2クラッド層104とが構成するp型クラッド層のp型キャリア濃度分布を、図5に示す特性(a),(b),(c)のように、活性層102に隣接する高濃度領域(距離0の近傍)から、活性層102から離れた低濃度領域に向かって、連続的に変化させてもよい。この場合にも、上記実施例と同様に、上記p型クラッド層内での電流の拡散を抑え、かつ、活性層からp型クラッド層への電子の漏れ出しを防止することができ、閾値電流を低下させて、消費電流を削減することができる。また、上記実施例において、上記p型第1クラッド層103と上記p型第2クラッド層104とが構成するp型クラッド層のp型キャリア濃度分布を、図6に示すようにしてもよい。つまり、上記p型クラッド層は、上記活性層に隣接するノンドープ層を有し、さらに、このノンドープ層に隣接する高キャリア濃度層およびこの高キャリア濃度層に隣接する低キャリア濃度層を有するようにしてもよい。この場合にも、上記実施例と

同様に、レーザ光発振の閾値電流を低減でき、消費電流を削減することができる。

【0031】また、上記実施例において、上記p型第1クラッド層と上記p型第2クラッド層とが構成するp型クラッド層のp型キャリア濃度分布を、図7に示すようにしてもよい。つまり、図7に示す特性(a),(b),(c)のように、活性層102に隣接する高濃度領域(距離0の近傍)は、低濃度から徐々に立ち上がる凸型ピーク形状の濃度分布になっており、この高濃度領域から、活性層102から離れた低濃度領域に向かってキャリア濃度を連続的に変化させてもよい。この場合にも、上記実施例と同様に、上記低濃度領域によってp型クラッド層内での電流の拡散を抑え、かつ、上記高濃度領域によって活性層からp型クラッド層への電子の漏れ出しを防止することができ、閾値電流を低下させて、消費電流を削減することができる。

【0032】また、上記実施例では、p型第1,第2クラッド層のドーパントをBeにしたが、このBeに替えてC(カーボン)をドーパントとした場合には、上記クラッド層の結晶成長中に上記ドーパントが拡散することを抑制できる。したがって、この場合、図2や図5に示すような、活性層に隣接した領域にキャリア濃度が局所的に高い領域を有するキャリア濃度分布を容易に実現することができる。したがって、この場合、たとえば、上記キャリア濃度が局所的に高い領域を形成する上記p型第1クラッド層103の厚みを、0.05 $\mu\text{m}$ よりも薄い0.02 $\mu\text{m}$ にできる。したがって、高濃度のp型第1クラッド層103の厚みを薄くでき、上記リーク電流のさらなる低減が可能になる。上記実施例において、上記p型第1クラッド層103の厚みを0.02 $\mu\text{m}$ にし、p型第2クラッド層104の厚みを0.35 $\mu\text{m}$ にした場合には、レーザ光発振の閾値電流を15mAにできた。

【0033】次に、図2に第2実施例を示す。最初に、この第2実施例の製造工程を説明する。まず、n型GaAs基板200上に、有機金属気相(MOCVD)成長法によって、n型In<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>0.5Pクラッド層201とノンドープIn<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>P活性層202と、高ドーピングのp型In<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>0.5P第1クラッド層203と、低ドーピングのp型In<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>0.5P第2クラッド層204と、高ドーピングのp型In<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>0.5P第3クラッド層205と、p型In<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>P保護層206とを、順次成長させる。上記高ドーピングのp型第1クラッド層203は、ドーパントをZnにし、キャリア濃度を $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ にし、層厚を0.03 $\mu\text{m}$ にした。また、上記低ドーピングのp型第2クラッド層204は、ドーパントをZnにし、キャリア濃度を $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ にし、層厚を0.25 $\mu\text{m}$ にした。また、上記高ドーピングの第3クラッド層205は、ドーパントをZnにし、キャリア濃度を $1 \times$

7

$10^{18} \text{ cm}^{-3}$ にし、層厚を $1.0 \mu\text{m}$ にした。

【0034】次に、ストライプ形状の $\text{SiO}_2$ 膜をマスクとして、上記高ドーパの第3クラッド層205を、化学エッチングして、上記第3クラッド層205をメサ型のストライプ形状にする。ここで、第1クラッド層203の層厚と第2クラッド層204の層厚との和は、上記メサ型ストライプ形状の第3クラッド層205に対向する領域外において、 $0.28 \mu\text{m}$ に設定されている。

【0035】次に、再び、MOCVD法によって、上記メサ型ストライプ形状の第3クラッド層205の周囲、かつ、上記第2クラッド層204上にn型GaAs電流狭窄層208を形成する。次に、上記 $\text{SiO}_2$ 膜を除去してから、n型GaAsコンタクト層209を、上記n型電流狭窄層208および上記p型保護層206の上面全体に、成長させる。

【0036】上記メサ型ストライプ形状の第3クラッド層205の図2における左右方向の中央部に対向する領域での、p型第1クラッド層203およびp型第2クラッド層204の結晶成長方向への距離に対するキャリア濃度分布は、第1実施例と同様に、図3に示すようになっている。図3に示すように、距離 $0 \mu\text{m} \sim 0.05 \mu\text{m}$ までは、高ドーパのp型第1クラッド層203が存在しており、距離 $0.05 \mu\text{m} \sim 0.35 \mu\text{m}$ までは、低ドーパのp型第2クラッド層204が存在している。図3に示すように、活性層102に近接する領域(距離 $0 \mu\text{m} \sim 0.05 \mu\text{m}$ )では、活性層102から離れた領域(距離 $0.05 \mu\text{m} \sim 0.35 \mu\text{m}$ )よりもp型キャリア濃度が高く、活性層202から離れた領域では、活性層202に近接する領域よりもp型キャリア濃度が低い。

【0037】上記実施例は、図には示さないが、上記基板200の表面にn型電極を設ける一方、上記n型GaAsコンタクト層209の表面にp型電極を設けている。

【0038】上記n型電極とp型電極に電圧を印加すると、上記p型クラッド層203、204と上記n型クラッド層201との間に電圧が印加され、この電圧によって、上記p型第1、第2クラッド層203、204から上記n型クラッド層201に向かって電流が流れる。上記電流の電流密度が、上記活性層202において所定の値を越えるとレーザ発振が起り、上記活性層202でレーザ光が発生する。上記実施例の半導体レーザ装置は、上記活性層202に隣接するp型第1、第2クラッド層203、204の内、低ドーパのp型第2クラッド層204は、上記高ドーパのp型第1クラッド層203よりもキャリア濃度が低いので、このp型第2クラッド層204内での電流の広がりや抑制され、電流密度の低下が抑えられる。

【0039】また、上記活性層202に近接し、上記低ドーパのp型第2クラッド層204よりもキャリア濃度が高い高ドーパのp型第1クラッド層203によって、

8

上記活性層202からp型第1、第2クラッド層203、204への電子の漏れ出しを防ぐことができる。

【0040】したがって、上記実施例によれば、上記p型クラッド層203、204での電流の広がりや抑制と、活性層202から上記p型クラッド層203、204への電子の漏れ出し防止とを両立でき、レーザ光発振の閾値電流を低下させることができ、消費電流を低減できる。

【0041】具体的には、上記実施例の半導体レーザ装置において、端面コートなし、共振器長 $250 \mu\text{m}$ で、レーザ光波長 $670 \text{ nm}$ の場合、レーザ光発振の閾値電流(上記n型電極とp型電極との間に流す電流)は $20 \text{ mA}$ であった。

【0042】尚、この第2実施例においても、第1実施例と同様に、p型第1クラッド層とp型第2クラッド層におけるp型キャリア濃度分布が、図5あるいは図6あるいは図7のいずれに示す分布状態であっても、電流の広がりや抑制と、活性層からの電子の漏れ出し防止とを実現でき、閾値電流を低下させて、消費電流を低減できる。

【0043】また、この第2実施例では、p型第1、第2クラッド層のドーパントをZnにしたが、このZnに替えて、C(カーボン)をドーパントとした場合には、上記クラッド層の結晶成長中に上記ドーパントが拡散することを抑制できる。したがって、この場合、図2や図4に示すような、活性層に隣接した領域にキャリア濃度が局所的に高い領域を有するキャリア濃度分布を容易に実現することができる。したがって、この場合、たとえば、上記キャリア濃度が局所的に高い領域を形成する上記p型第1クラッド層203の厚みを、 $0.03 \mu\text{m}$ よりも薄い $0.015 \mu\text{m}$ にできる。したがって、高濃度のp型第1クラッド層203の厚みを、さらに薄くでき、上記リーク電流のさらなる低減が可能になる。上記第2実施例において、上記p型第1クラッド層203の厚みを $0.015 \mu\text{m}$ にし、p型第2クラッド層204の厚みを $0.35 \mu\text{m}$ にした場合には、レーザ光発振の閾値電流を $15 \text{ mA}$ にできた。

【0044】尚、上記第1、第2実施例では、半導体レーザの構造を、クラッド層および活性層で構成したDH(ダブルヘテロ)構造にしたが、本発明はダブルヘテロ構造の半導体レーザに限らず、GRIN-SCH(グレーディッド・インデックスセパレート・コンファインメント)構造の半導体レーザにも適用できる。さらに、本発明は、活性層が量子井戸からなるSQW(シングル・クワンタム・ウェル)構造の半導体レーザおよびMQW(マルチ・クワンタム・ウェル)構造の半導体レーザにも適用できる。

【0045】また、上記第1、第2実施例では、電流狭窄層によって、図1、図2に示すストライプ状の電流閉じ込め構造を形成したが、電流閉じ込め構造としては、

図1、図2に示した構造に限らず、どのような電流閉じ込め構造であってもよい。

【0046】また、上記第1、第2実施例では、半導体層の成長法として、分子ビームエピタキシー成長法、有機金属気相成長法を用いたが、半導体層の成長法として、それ以外に、MOMBE(メタル・オーガニック・モレキュラー・ビーム・エピタキシー)成長法や、ALE(アトミック・レイヤー・エピタキシー)成長法や、CBE(ケミカル・ビーム・エピタキシー)成長法等を用いてもよい。

【0047】また、p型クラッド層のドーパントとして、Be, Zn, Cの他に、例えば、Mg, Si等を用いてもよい。

【0048】

【発明の効果】以上より明らかなように、この発明の半導体レーザ装置は、p型クラッド層が、活性層に近接している高キャリア濃度部と、この高キャリア濃度部よりも上記活性層から離隔していると共に、上記高キャリア濃度部よりもキャリア濃度が低い低キャリア濃度部とを含んでいる。

【0049】したがって、上記低キャリア濃度部の存在によって、上記p型クラッド層内での電流の広がりや抑制され、電流密度の低下を抑えることができる。

【0050】また、上記活性層に近接した高キャリア濃度部の存在によって、上記活性層から上記p型クラッド層への電子の漏れ出しを防ぐことができる。

【0051】従って、本発明によれば、上記p型クラッド層での電流の広がりや抑制と、活性層から上記p型クラッド層への電子の漏れ出し防止とを両立でき、レーザ光発振の閾値電流を低下させることができ、消費電流を低減できる。

【0052】また、上記p型クラッド層の少なくとも上記活性層近傍のドーパントをカーボンとした場合には、上記p型クラッド層の結晶成長中に上記ドーパントが拡散することを抑制できる。したがって、活性層に隣接したp型クラッド層の領域にキャリア濃度が局所的に高い領域を有するキャリア濃度分布を容易に実現することができる。したがって、上記高キャリア濃度部の厚さを容

易に薄くできるようになり、上記p型クラッド層を容易に薄くできるので、上記p型クラッド層内での電流の広がりや特に低く抑制することができ、電流密度の低下を特に抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の半導体レーザ装置の第1実施例の断面図である。

【図2】 本発明の半導体レーザ装置の第2実施例の断面図である。

10 【図3】 上記実施例のp型クラッド層のキャリア濃度分布図である。

【図4】 p型クラッド層の厚さとリーク電流との関係をキャリア濃度分布に応じて示したリーク電流特性図である。

【図5】 上記実施例のp型クラッド層のキャリア濃度分布図である。

【図6】 上記実施例のp型クラッド層のキャリア濃度分布図である。

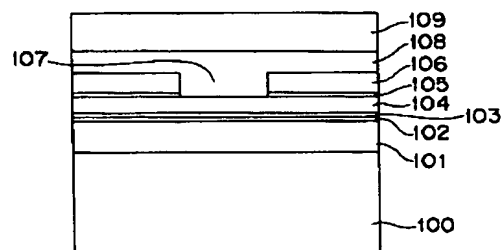
20 【図7】 上記実施例のp型クラッド層のキャリア濃度分布図である。

【図8】 従来の半導体レーザ装置の断面図である。

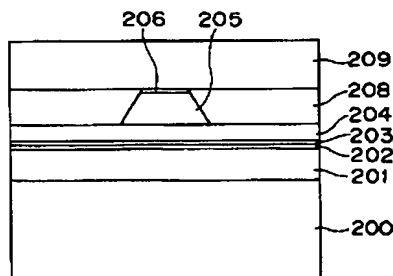
【符号の説明】

100…n型GaAs基板、101…n型Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>Asクラッド層、102…ノンドープAl<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>As活性層、103…p型Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As第1クラッド層、104…p型Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As第2クラッド層、105…GaAs保護層、106…n型GaAs電流狭窄層106、107…溝、108…p型Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As第3クラッド層108、109…p型GaAsコンタクト層109、200…n型GaAs基板、201…n型In<sub>0.5</sub>(Ga<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>)<sub>0.5</sub>Pクラッド層201、202…ノンドープIn<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>P活性層202、203…p型In<sub>0.5</sub>(Ga<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>)<sub>0.5</sub>P第1クラッド層、204…p型In<sub>0.5</sub>(Ga<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>)<sub>0.5</sub>P第2クラッド層、205…p型In<sub>0.5</sub>(Ga<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>)<sub>0.5</sub>P第3クラッド層、206…p型In<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>P保護層、207…n型GaAs電流狭窄層、208…n型GaAsコンタクト層。

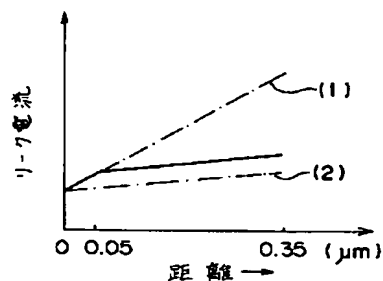
【図1】



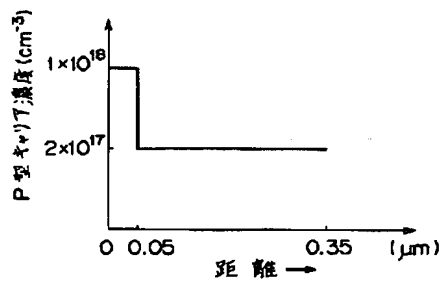
【図2】



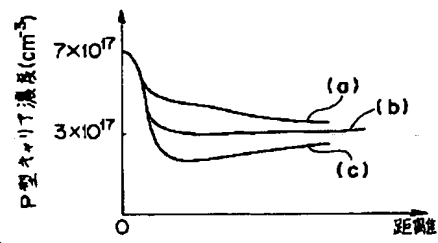
【図4】



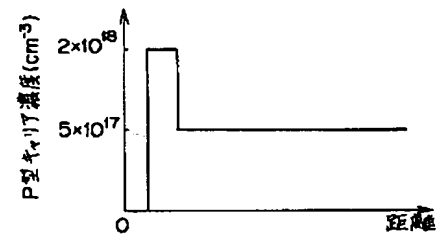
【図3】



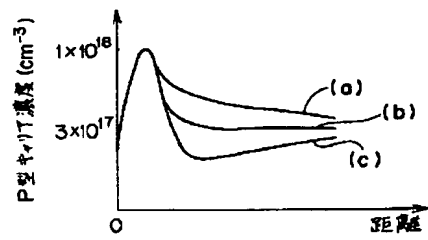
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

